

## SURFACE STRUCTURED LIGHT-EMITTING DIODE WITH IMPROVED CURRENT COUPLING

Veröffentlichungsnummer DE19947030

Veröffentlichungsdatum: 2001-04-19

Erfinder WIRTH RALPH (DE); STREUBEL KLAUS (DE)

Anmelder: OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH (DE)

Klassifikation:

- Internationale: H01L33/00; H01L33/00; (PC1-7): H01L33/00

- Europäische: H01L33/00B6B; H01L33/00C5

Anmeldenummer: DE19991047030 19990930

Prioritätsnummer(n): DE19991047030 19990930

Auch veröffentlicht als

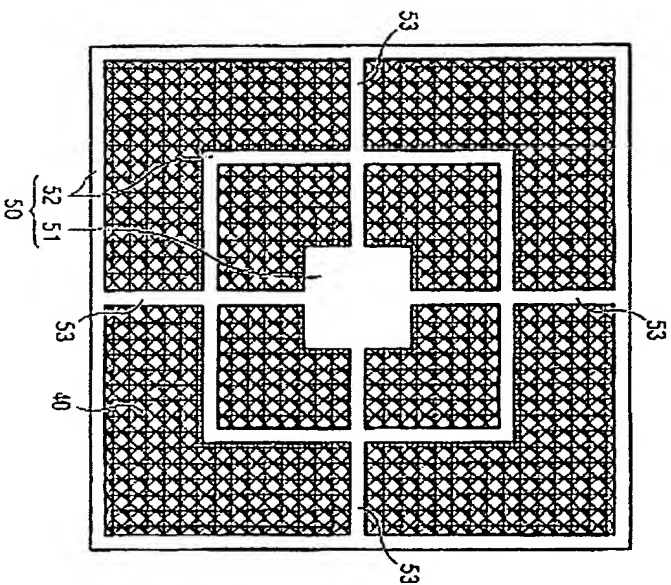
WO0124280 (A1)  
EP1222696 (A1)  
CN1227750C (C)

Datenfehler hier melden

Keine Zusammenfassung verfügbar für DE 19947030

Zusammenfassung der korrespondierenden Patentschrift WO0124280

The light output from a light emitting diode (100), comprising a light generating layer (20) and a relatively thick, transparent current dispersing layer (30), is improved by a vertical structuring of the surfaces of the current dispersing layer (30) and, by means of a second electrical contact layer (50) with a distributed lateral structure, an essentially homogeneous coupling of electrical current in the current dispersing layer (30) can be obtained.





①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 47 030 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 33/00**

②1 Aktenzeichen: 199 47 030.8  
②2 Anmeldetag: 30. 9. 1999  
④3 Offenlegungstag: 19. 4. 2001

**DE 199 47 030 A 1**

⑦1 Anmelder:  
OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG,  
93049 Regensburg, DE

⑦4 Vertreter:  
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

⑦2 Erfinder:  
Wirth, Ralph, Dr., 93049 Regensburg, DE; Streubel,  
Klaus, Dr., 93051 Regensburg, DE

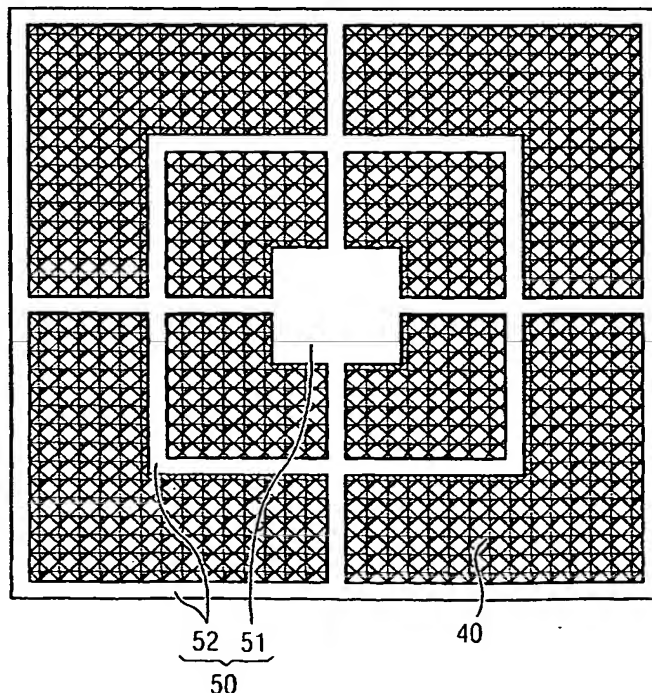
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 197 09 228 A1  
DE 42 18 806 A1  
EP 05 44 512 A1  
Patent Abstracts of Japan: JP 07 162 037 A;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Oberflächenstrukturierte Lichtemissionsdiode mit verbesserter Stromeinkopplung**

⑤7 Bei einer Lichtemissionsdiode (100) mit einer lichterzeugenden Schicht (20) und einer relativ dicken, transparenten Stromaufweitungsschicht (30) wird durch eine vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine Verbesserung der Lichtauskopplung erzielt und gleichzeitig durch eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit einer verteilten, lateralen Struktur eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stroms in die Stromaufweitungsschicht (30) erzielt.



**DE 199 47 030 A 1**

Die Erfindung betrifft eine Lichtemissionsdiode nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere betrifft die Erfindung eine oberflächenstrukturierte Lichtemissionsdiode, bei der zur Verbesserung der Homogenität der Stromzufuhr eine elektrische Kontaktschicht eine laterale Struktur aufweist, mit welcher eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stroms in die Lichtemissionsdiode erzielt werden kann.

Lichtemissionsdioden, wie Halbleiter-Leuchtdioden (LED), zeichnen sich insbesondere dadurch aus, daß je nach Materialsystem der interne Umwandlungswirkungsgrad von zugeführter elektrischer Energie in Strahlungsenergie sehr groß, d. h. durchaus größer als 80% sein kann. Die effektive Lichtauskopplung aus dem Halbleiterkristall wird jedoch durch den hohen Brechungsindexsprung zwischen dem Halbleitermaterial (typischerweise  $n = 3,5$ ) und dem umgebenden Harzguß-Material (typischerweise  $n = 1,5$ ) erschwert. Der sich daraus ergebende kleine Totalreflexionswinkel an der Grenzfläche Halbleiter-Harzvergußmaterial von ca. 25° führt dazu, daß nur ein Bruchteil des erzeugten Lichts ausgekoppelt werden kann. In der typischerweise bei der Herstellung verwendeten einfachen würfelförmigen Gestalt der LED bleibt ein Strahlungsbündel, das nicht in dem ca. 26° weiten Auskoppelkegel emittiert wird, in dem Halbleiterkristall gefangen, da sein Winkel zu den Oberflächennormalen auch durch Vielfachreflexion nicht verändert wird. Das Strahlungsbündel wird infolgedessen früher oder später durch Absorption vor allem im Bereich des Kontakts, der aktiven Zone oder im Substrat verlorengehen. Insbesondere bei InGaAlP-LEDs stellt das absorbierende GaAs-Substrat ein besonderes Problem dar. In konventionellen LEDs dieser Art gehen die von der aktiven Zone in Richtung zur Oberfläche der LED emittierten Strahlen, die außerhalb des Auskoppelkegels liegen, mit hoher Wahrscheinlichkeit im Substrat durch Absorption verloren.

Der in der Praxis am häufigsten verwendete Weg, das geschilderte Problem zu mildern, besteht darin, eine dicke Halbleiter-Schicht an der Oberseite der LED aufzubringen. Dies ermöglicht die teilweise Nutzung der seitlichen Auskoppelkegel der emittierten Lichtstrahlung.

In der U. S.-A-5,008,718 wird vorgeschlagen, in einer AlGaInP-LED hauptsächlich aus Gründen der lateralen Verbreiterung des durch einen elektrischen Kontakt injizierten Stromes eine elektrisch leitfähige und für die emittierte Lichtstrahlung transparente GaP-Schicht auf den aktiven, lichtemittierenden Schichten aufzubringen. Auf den vorteilhaften Nebeneffekt der Verminderung der internen Totalreflexion und die Ermöglichung der seitlichen Auskopplung der Lichtstrahlung durch die Wirkung der dicken GaP-Schicht wird an anderer Stelle hingewiesen. Zusätzlich wird vorgeschlagen, das für die emittierte Lichtstrahlung undurchsichtige GaAs-Substrat durch Abätzen zu entfernen und durch mindestens eine transparente Substratschicht aus einem geeigneten Material, wie GaP, zu ersetzen.

Auch in der U. S.-A-5,233,204 wird die Verwendung einer oder mehrerer dicker und transparenter Schichten in einer Lichtemissionsdiode vorgeschlagen. Für die Anordnung und Anzahl dieser transparenten Schichten werden verschiedene Konfigurationen beschrieben. Unter anderem wird eine unterhalb der aktiven, lichterzeugenden Schicht angeordnete, sich in Richtung auf das Substrat verjüngende und trichterförmig gebildete Schicht vorgeschlagen (Fig. 10).

Bei ersten Computersimulationen hat sich bereits gezeigt, daß eine Oberflächenstrukturierung der obersten dicken, transparenten Halbleiterschicht zu verbesserten Werten für die Lichtauskopplung führt. Insbesondere eine Oberflächen-

strukturierung bestehend aus vorzugsweise regelmäßig angeordneten nseitigen Prismen, Pyramiden oder Pyramidenstümpfen, Zylindern, Kegeln, Kegelstümpfen und dergleichen hat zu einer deutlichen Verbesserung der Lichtauskopplung geführt. Das liegt daran, daß die zunächst steil nach oben verlaufenden Strahlen an den strukturierten Oberflächen reflektiert werden, mit jeder der Reflexionen jedoch flacher verlaufen, so daß sie schließlich seitlich aus den Seitenwänden der strukturierten Bereiche der Oberfläche ausgekoppelt werden.

Solche oberflächenstrukturierten Lichtemissionsdioden wurden zunächst so hergestellt, daß nach dem Aufwachsen der lichterzeugenden Halbleiterschichten auf einem Halbleitersubstrat und der oberen dicken, transparenten Halbleiterschicht eine zentrale elektrische Kontaktfläche auf die Oberfläche der dicken Halbleiterschicht aufgebracht wurde. Anschließend wurde in den Bereichen außerhalb der zentralen Kontaktfläche durch Ätztechnik die Strukturierung der Oberfläche der dicken Halbleiterschicht vorgenommen, worauf die Substratrückseite gedünnt und mit einem Rückseitenkontakt versehen wurde. Diese Vorgehensweise erwies sich jedoch als nachteilig, da die dicke Halbleiterschicht, das sogenannte Fenster, durch die Strukturierung fragmentiert wird, wodurch sich die Stromaufweitung verschlechtert. Somit findet keine ausreichende Verteilung des elektrischen Stromes in Bereiche außerhalb der zentralen Kontaktfläche statt, so daß die durch die Strukturierung verbesserte Lichtauskopplung durch die mangelnde Stromaufweitung kompensiert wird, so daß die Steigerung des Gesamtlichtflusses nicht wie gewünscht ausfällt.

Es ist demzufolge Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lichtemissionsdiode mit einer hohen effektiven Lichtauskopplung anzugeben. Insbesondere ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einer Lichtemissionsdiode gleichzeitig für eine gute räumliche Verteilung des initiierten elektrischen Stromes und für eine gute Auskopplung der optischen Lichtstrahlung zu sorgen.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Demgemäß beschreibt die vorliegende Erfindung eine Lichtemissionsdiode mit einer Halbleiterschichtstruktur, enthaltend ein Substrat und mindestens eine auf dem Substrat geformte lichterzeugende Schicht und eine auf die lichterzeugende Schicht aufgebrachte, transparente Stromaufweitungsschicht, einer ersten elektrischen Kontaktschicht auf der Substratrückseite, und einer zweiten elektrischen Kontaktschicht, die auf der Stromaufweitungsschicht angeordnet ist, wobei die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht eine vertikale Strukturierung zur Verbesserung der Lichtauskopplung aufweist, und die zweite elektrische Kontaktschicht eine laterale Struktur aufweist, mit welcher eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stromes in die Stromaufweitungsschicht erzielt werden kann. Die Stromaufweitungsschicht ist vorzugsweise relativ dick, insbesondere in einem Bereich zwischen 5 und 80 µm.

Die Erfindung beruht somit auf einer Kombination einer Oberflächenstrukturierung des Halbleiters, die zur Lichtauskopplung beiträgt und einer verbesserten Stromaufweitungsschicht, die durch eine im weitesten Sinne zu einem metallischen Kontaktgitter geformte zweite elektrische Kontaktschicht gewährleistet wird. Unter Gitter ist hier und im folgenden nicht allein ein streng periodisches, geschlossenes Gitter, sondern auch einzelne Kontaktfinger oder eine andere zur Kontaktierung geeignete Führung von Metallstegen zu verstehen. Durch ein solches Gitter werden die Probleme der Stromaufweitung bei strukturierten Lichtemissionsdioden überwunden und die verbesserte Lichtauskopplung kommt voll zum Tragen.

Die vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht kann jede nur denkbare Form aufweisen. Mögliche Strukturen sind beispielsweise n-seitige Prismen, Pyramiden oder Pyramidenstümpfe, Zylinder, Kegel, Kegelstümpfe und dergleichen.

Insbesondere kann die zweite elektrische Kontaktschicht eine zentrale, insbesondere kreisrunde Kontaktfläche und eine zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche rotationssymmetrische Kontaktstruktur aus relativ schmalen Kontaktstegen und/oder Kontaktpunkten um die zentrale Kontaktfläche herum aufweisen. Die Rotationssymmetrie der Kontaktstruktur kann dabei ganzzahlig sein und insbesondere der Rotationssymmetrie der Lichtemissionsdiode entsprechen. Der Regelfall ist eine rechteckförmige oder quadratische Lichtemissionsdiode, bei der die Kontaktstruktur eine vierzählige Symmetrie aufweist.

Die zweite elektrische Kontaktschicht kann sowohl in sich zusammenhängend ausgebildet oder auch in sich nicht zusammenhängend ausgebildet sein, wobei im letzteren Fall die nicht zusammenhängenden Abschnitte durch eine transparente, leitfähige Materialschicht, beispielsweise aus Indiumzinnoxid (ITO), untereinander verbunden sind.

Die zweite elektrische Kontaktschicht kann sowohl auf strukturierten als auch auf unstrukturierten Abschnitten der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht angeordnet sein.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische, vereinfachte Querschnittsdarstellung einer in einem Reflektor angeordneten erfindungsgemäßen oberflächenstrukturierten Lichtemissionsdiode;

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel der zweiten elektrischen Kontaktschicht in einer Draufsicht auf die strukturierte Lichtaustrittsfläche der Lichtemissionsdiode;

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer zweiten elektrischen Kontaktschicht in einer Draufsicht auf die strukturierte Lichtaustrittsfläche;

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel einer zweiten elektrischen Kontaktschicht.

Die Fig. 1 zeigt einen LED-Chip 100, wie er in einem im Querschnitt kreis- oder parabelförmigen Reflektor 200 angeordnet ist, so daß die von ihm emittierten Lichtstrahlen sowohl auf direktem Wege abgestrahlt werden als auch durch den Reflektor 200 gesammelt und im wesentlichen in dieselbe Richtung emittiert werden. Im allgemeinen ist der LED-Chip 100 in einem Harzvergußmaterial eingebettet, so daß insbesondere an seiner lichtaustrittsseitigen Oberfläche eine Grenzfläche zwischen Halbleitermaterial und Harzvergußmaterial besteht. An dieser Grenzfläche existiert ein relativ großer Brechungsindexsprung, so daß bereits bei relativ geringen Einfallswinkeln zur Normalen eine Totalreflexion eintritt. Diese totalreflektierten Strahlen sollen nach Möglichkeit durch die Seitenwände des LED-Chips 100 ausgekoppelt werden und von dem Reflektor 200 gesammelt werden können, anstatt in dem Substrat des LED-Chips 100 absorbiert zu werden.

Eine erfindungsgemäße Lichtemissionsdiode weist eine Halbleiterschichtstruktur mit einem lichtabsorbierenden oder transparenten Substrat 10 und mindestens einer auf dem Substrat 10 geformten lichterzeugenden Schicht 20 auf. Die lichterzeugende Schicht 20 wird durch einen pn-Übergang gebildet. Falls gewünscht, kann eine Einfach- oder Mehrfach-Quantentrogstruktur als lichterzeugende Schicht 20 vorgesehen sein. Oberhalb der lichterzeugenden Schicht 20 wird eine relativ dicke, transparente Halbleiterschicht, die sogenannte Stromaufweitungsschicht 30 aufgewachsen. Auf der Substratrückseite ist eine erste elektrische Kontaktschicht ganzflächig aufgebracht, während auf einem Ab-

schnitt der Stromaufweitungsschicht 30 eine zweite elektrische Kontaktschicht 50 aufgebracht ist. Die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 weist eine Strukturierung 40 auf, durch die die Lichtauskopplung verbessert werden soll.

In der Querschnittsansicht der Fig. 1 ist die Strukturierung 40 als eine Mehrzahl von Pyramiden dargestellt. Diese Pyramiden können  $n \geq 3$  Seiten aufweisen, wobei im Grenzfall  $n = \infty$  aus der Pyramide ein Kegel wird. Von dem entstehenden Gebilde kann auch die Spitze abgeschnitten werden, so daß ein Pyramidenstumpf oder ein Kegelstumpf entsteht. Auf die mit der Strukturierung 40 versehene Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 wird eine zweite elektrische Kontaktschicht 50 derart aufgebracht, daß eine möglichst homogene Stromeinkopplung erzielt werden kann. Zu diesem Zweck wird die zweite elektrische Kontaktschicht 50 mit einer gitterförmigen Struktur aufgebracht. In den Fig. 2 bis 4 sind Ausführungsbeispiele für die Form der zweiten elektrischen Kontaktschicht beschrieben.

In den Fig. 2 bis 4 ist jeweils eine quadratisch geformte Lichtemissionsdiode in einer Draufsicht auf ihre Lichtaustrittsseite, d. h. auf die Oberfläche der mit der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 versehenen Stromaufweitungsschicht 30, dargestellt. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 besteht die Strukturierung 40 aus einer Mehrzahl von matrixförmig angeordneten vierseitigen Pyramiden oder Pyramidenstümpfen. Die zweite elektrische Kontaktschicht 50 kann generell entweder auf unstrukturierten Bereichen der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30, also am Boden der Pyramiden, abgeschieden sein. Sie kann jedoch auch auf die Strukturierung 40 direkt aufgebracht sein. Vorzugsweise besteht die zweite elektrische Kontaktschicht 50 aus einer Kontaktlegierung, wie Au:Zn oder Au:Ge oder dergleichen. Die Ausführungsbeispiele der Fig. 2 bis 4 zeigen mögliche Formen der Struktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50, die aus einer zentralen, insbesondere kreisrunden oder quadratischen Kontaktfläche 51 und einer zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche 51 rotationssymmetrischen Gitterstruktur aus relativ schmalen Kontaktstegen 52, 53 oder Kontaktpunkten 54 um die zentrale Kontaktfläche 51 herum bestehen. Um eine möglichst homogene Einkopplung des elektrischen Stroms zu erzielen, weist die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 dabei eine eben solche Rotationssymmetrie wie die Lichtemissionsdiode selbst auf. Wenn daher die Lichtemissionsdiode wie in den Ausführungsbeispielen quadratisch geformt ist, somit vierzählige Symmetrie aufweist, so ist die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 ebenfalls mit vierzähliger Rotationssymmetrie um den Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche 51 geformt.

Die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 kann, wie in den Ausführungsbeispielen der Fig. 2 und 3, als zusammenhängende Struktur ausgebildet sein. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, daß die Struktur nicht zusammenhängend ist. Ein solches Ausführungsbeispiel ist in Fig. 4 dargestellt. Hier weist die Gitterstruktur eine kreisrunde zentrale Kontaktfläche 51 auf, die in vierzähliger Symmetrie von kreisrunden Kontaktpunkten 54 umgeben ist, die nicht direkt mit der zentralen Kontaktfläche 51 zusammenhängen. Um gleichwohl für derartige Ausführungsbeispiele einen elektrischen Kontakt zwischen den nicht zusammenhängenden Abschnitten der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 herzustellen, wird nach dem Einlegieren der Kontaktflächen 51 und 54 eine zusätzliche dünne transparente elektrisch leitfähige Schicht, beispielsweise aus Indiumzinnoxid (ITO) auf die Struktur abgeschieden. Die Gitterstruktur der zweiten elektrischen Kontaktschicht 50 kann aber auch anders geformt sein, beispielsweise eine Mäanderstruktur oder dergleichen aufweisen.

Die erfindungsgemäße Lichtemissionsdiode kann auf unterschiedliche Weise hergestellt werden. Da die zweite elektrische Kontaktschicht 50 im Prinzip auf der Strukturierung 40 abgeschieden werden kann, besteht die einfachste Herstellungsweise darin, zunächst die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 mit den beschriebenen Möglichkeiten zu strukturieren und anschließend die zweite elektrische Kontaktschicht 50 durch eine Schattenmaske, die einen Öffnungsbereich in der Form der gewünschten Struktur enthält, aufzudampfen oder in einen Sputter-Prozeß aufzubringen. Alternativ dazu kann auch die zweite elektrische Kontaktschicht 50 zunächst ganzflächig durch die genannten Prozesse aufgebracht werden und anschließend durch einen Lithographie- und Ätzschritt oder mittels Lift-Off-Technik strukturiert werden. Bei einer zweiten Herstellungsvariante wird die zweite elektrische Kontaktschicht 50 mit der gewünschten lateralen Struktur durch einen der vorgenannten Herstellungsprozesse auf die noch unstrukturierte Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 aufgebracht und anschließend wird die vertikale Strukturierung der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht 30 vorgenommen, wobei zu beachten ist, daß die zweite elektrische Kontaktschicht 50 nicht beschädigt wird.

#### Bezugszeichenliste

10 Substrat	
20 lichterzeugende Schicht	
30 Stromaufweitungsschicht	
40 vertikale Strukturierung	
50 zweite elektrische Kontaktschicht	
51 zentrale Kontaktfläche	
52 Kontaktstege	
53 Kontaktstege	
54 Kontaktpunkte	
100 Lichtemissionsdiode	
200 Reflektor	

#### Patentansprüche

1. Lichtemissionsdiode (100), mit
  - einer Halbleiterschichtstruktur enthaltend ein Substrat (10) und mindestens eine auf dem Substrat (10) geformte lichterzeugende Schicht (20) und eine auf die lichterzeugende Schicht (20) aufgebrachte, transparente Stromaufweitungsschicht (30),
  - einer ersten elektrischen Kontaktschicht auf der Substratrückseite, und
  - einer zweiten elektrischen Kontaktschicht (50), die auf der Stromaufweitungsschicht (30) angeordnet ist,
 dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) zur Verbesserung der Lichtauskopplung aufweist, und
  - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) eine laterale Struktur aufweist, mit welcher eine im wesentlichen homogene Einkopplung des elektrischen Stroms in die Stromaufweitungsschicht (30) erzielt werden kann.
2. Lichtemissionsdiode (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) eine zentrale, insbesondere kreisrunde oder quadratische Kontaktfläche (51) und eine zu dem Mittelpunkt der zentralen Kontaktfläche (51) rotations-symmetrische Kontaktstruktur (52; 53; 54) aus rela-

- tiv schmalen Kontaktstegen (52; 53) und/oder Kontaktpunkten (54) um die zentrale Kontaktfläche (51) herum angeordnet ist.
3. Lichtemissionsdiode (100) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
    - die Rotationssymmetrie ganzzahlig ist und insbesondere der Rotationssymmetrie der Lichtemissionsdiode entspricht.
  4. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
    - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) in sich zusammenhängend ausgebildet ist.
  5. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß
    - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) in sich nicht zusammenhängend ist und durch eine transparente, leitfähige Materialschicht untereinander verbunden ist.
  6. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
    - die zweite elektrische Kontaktschicht (50) auf strukturierten und/oder unstrukturierten Abschnitten der Stromaufweitungsschicht angeordnet ist.
  7. Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
    - die vertikale Strukturierung (40) die Form von vorzugsweise regelmäßig angeordneten n-seitigen ( $n \geq 3$ ) Pyramiden, Pyramidenstümpfen, Kegeln oder Kegelstümpfen aufweist.
  8. Verfahren zur Herstellung einer Lichtemissionsdiode (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
    - auf einem Substrat (10) eine lichterzeugende Schicht (20) und anschließend eine relativ dicke und transparente Stromaufweitungsschicht (30) aufgebracht wird und die Substratrückseite mit einer ersten elektrischen Kontaktschicht versehen wird,
    - in der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) zur Verbesserung der Lichtauskopplung erzeugt wird,
    - auf die strukturierte Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit der gewünschten lateralen Struktur aufgebracht wird.
  9. Verfahren zur Herstellung einer Lichtemissionsdiode (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß
    - auf einem Substrat (10) eine lichterzeugende Schicht (20) und anschließend eine relativ dicke und transparente Stromaufweitungsschicht (30) aufgebracht wird und die Substratrückseite mit einer ersten elektrischen Kontaktschicht versehen wird,
    - auf die Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine zweite elektrische Kontaktschicht (50) mit der gewünschten lateralen Struktur aufgebracht wird, und
    - in der Oberfläche der Stromaufweitungsschicht (30) eine vertikale Strukturierung (40) außerhalb der Bereiche der zweiten elektrischen Kontaktschicht (50) zur Verbesserung der Lichtauskopplung erzeugt wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

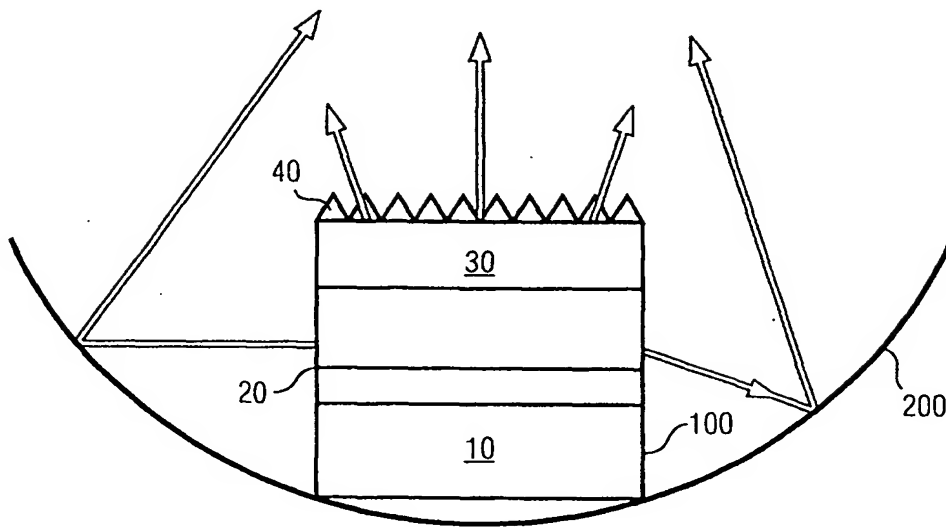


FIG 2

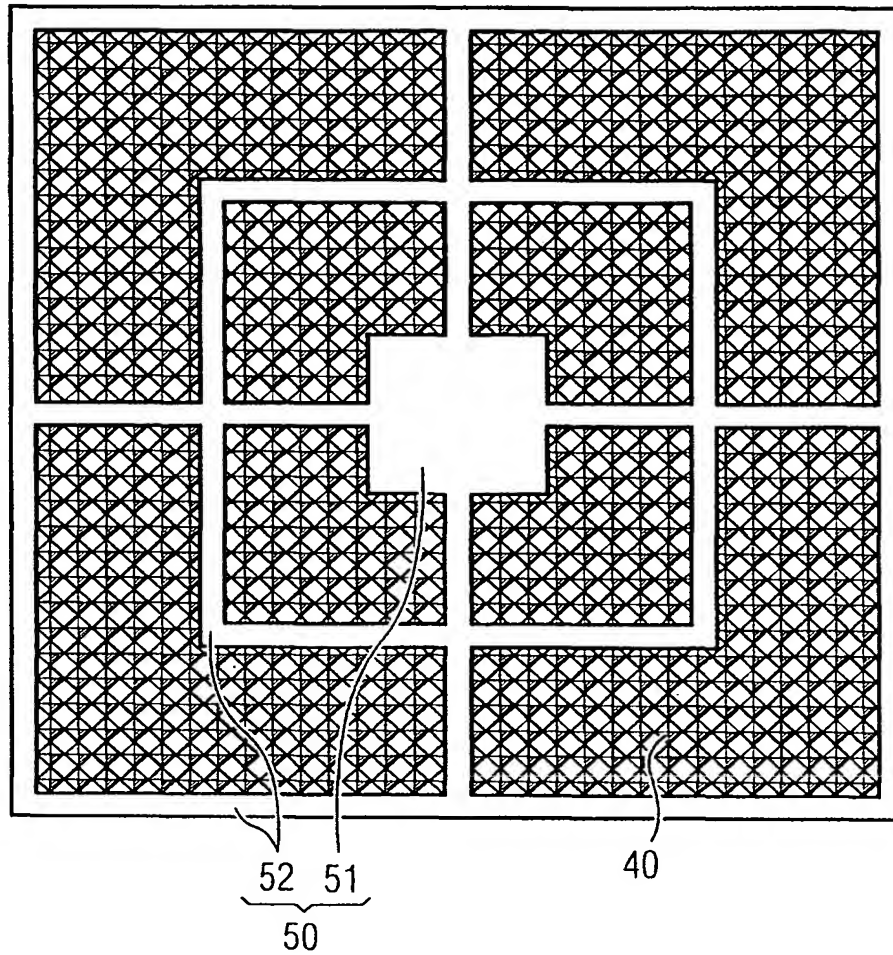


FIG 3

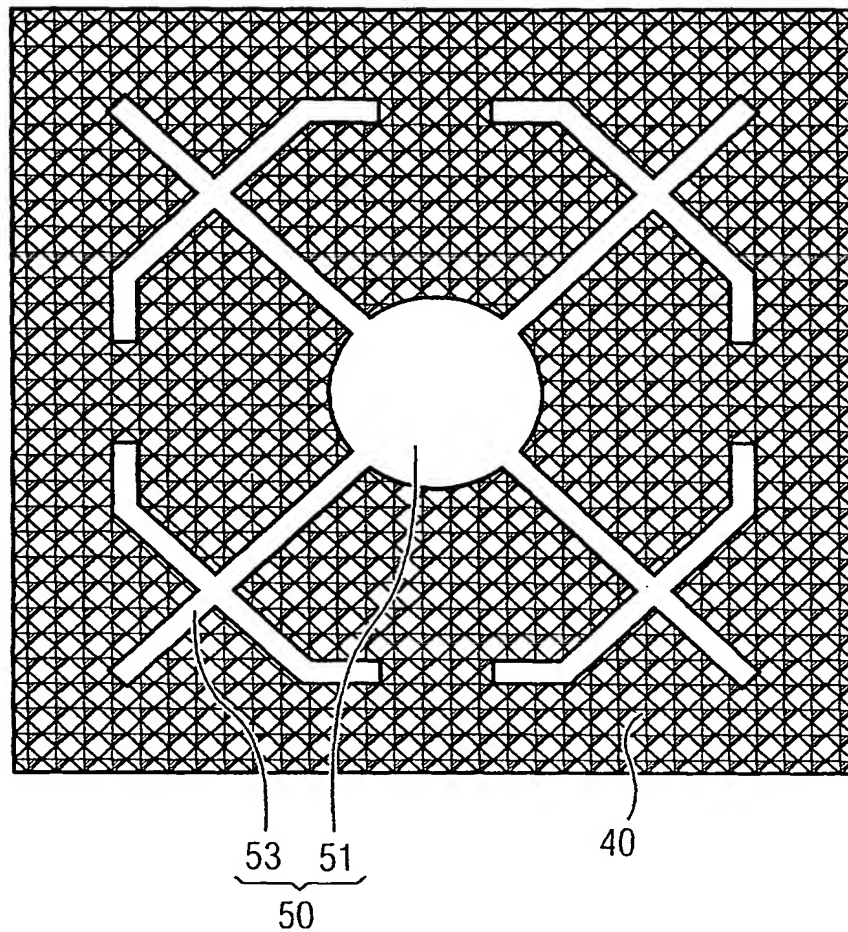


FIG 4

